

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-248720

(43)Date of publication of application : 04.09.1992

(51)Int.Cl.

H04B 10/04
G02F 2/00
G08C 15/06
H04B 10/06
H01S 3/103

(21)Application number : 03-033431

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 04.02.1991

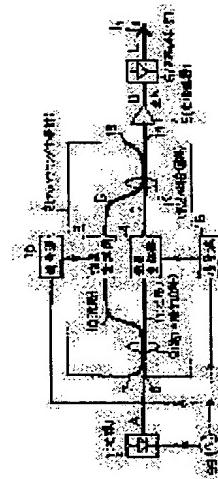
(72)Inventor : YOSHIDA SEISHI
IWASHITA KATSU

(54) OPTICAL DIRECT PHASE MODULATION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a high speed modulation signal with less burden onto an electric circuit by generating a modulation signal from an optical stage from which a short pulse is easily obtained, implementing emphasis modulation to the signal and applying multiplexing thereto.

CONSTITUTION: Phase modulation is implemented by injecting a modulation signal pulse light D to a semiconductor laser 6. Moreover, a Mach-Zender interferometer 2 has optical paths 10, 11 branched into two and 1st and 2nd coupling circuits 9, 12 are provided before and after them. In this case, a short pulse train A with an equal periodic interval generated by a light source 1 is branched into two optical paths 10, 11 and modulated by light intensity modulators 3, 4 according to the signal outputted from the signal sources 15, 16 and the result is pulse trains B, C. The pulse trains are multiplexed and become a pulse train D.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-248720

(43)公開日 平成4年(1992)9月4日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 9/00	L	8426-5K		
G 0 2 F 2/00		7246-2K		
G 0 8 C 15/06	K	6964-2F		
H 0 1 S 3/103		7131-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

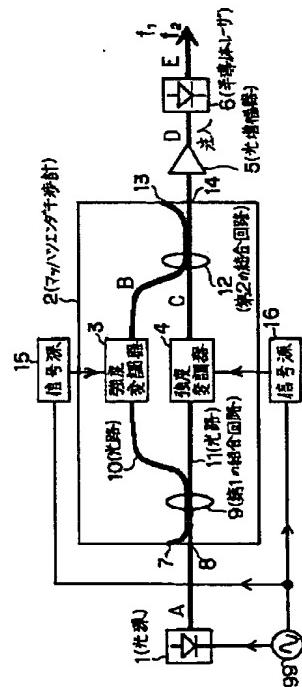
(21)出願番号	特願平3-33431	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22)出願日	平成3年(1991)2月4日	(72)発明者	吉田 誠史 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
		(72)発明者	岩下 克 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
		(74)代理人	弁理士 白水 常雄 (外1名)

(54)【発明の名称】光直接位相変調方式

(57)【要約】

【目的】高速化に伴う電気回路に対する負担を軽減し、信号の立ち上がり立ち下がり時間の短い光直接位相変調方式を提供することを目的とする。

【構成】所要伝送速度の $1/n$ (n は2以上の整数)の速度でパルス幅の狭い光パルス列をその光パルス列の単位パルス間隔の $1/n$ ずつ順次光路差を持たせた n 個の光路とに分岐し、これらの n 個の光路にはそれぞれ n 個の光強度変調器を挿入する。 n 個の光路の各出力光パルスを合波した合波光パルスを半導体レーザに注入することにより、前記 n 個の光強度変調器に印加される変調入力に対する直接位相変調器パルス出力が前記半導体レーザから得られるように構成されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所要伝送速度の $1/n$ (n は2以上の整数) の速度でパルス幅の狭い光パルスを発する光源と、該光源からの光パルスを分岐するために該光源に結合するとともに前記光パルスの単位間隔の $1/n$ ずつ順次光路差を持たせた n 個の光路と、該 n 個の光路にそれぞれ挿入された n 個の光強度変調器と、前記 n 個の光路の各出力光パルスを合波した合波光パルスの注入により直接位相変調を受ける半導体レーザとを備えて、前記 n 個の光強度変調器に印加される変調入力に対する直接位相変調器パルス出力が前記半導体レーザから得られるように構成された光直接位相変調方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高速で半導体レーザを光直接位相変調する方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 コヒーレント光通信における変調方式には大きく分けて外部変調方式と直接変調方式がある。外部変調方式とは光源から発せられた光を光源の外部の変調器によって変調する方式であり、一方直接変調方式とは光源である半導体レーザに直接信号電流を印加して変調光を得る方式である。

【0003】 直接変調方式は、更に直接周波数変調方式と、直接位相変調方式に分類することができる。従来、直接周波数変調方式が用いられているが、光ファイバを用いた伝送距離を長くすることができるという理由で、最近は直接位相変調方式が注目され、実験されている。しかし、直接周波数変調方式ではNRZ信号を印加して変調することができるので、直接位相変調方式ではRZ信号を印加する必要があるため、印加電圧の周波数帯域を広くする必要がある。更に、RZ信号のデューティ(τ)は後記の理由によって小とすることが望ましいので、尚更に広い帯域が必要となってしまう。また、現在半導体レーザを電流印加により変調する場合には、半導体レーザに付した電極及び配線によって、電気回路の構成の面から限界がある。

【0004】 従来の直接位相変調方式は、半導体レーザに印加する電流を変化させるとキャリア密度の変化にともない共振器内の屈折率が変化する結果、出射光の波長が変化することを利用した変調方式であり、信号電流としてRZ信号を印加し1タイムスロット中の一定時間周波数を変化させ位相を π だけ変化させるものである。

【0005】 図1は半導体レーザに、屈折率変化用電流を印加することによって、半導体レーザの出力光の位相が変化することを説明する図である。この中では、光周波数を単に周波数と、光の位相を単に位相と表現している。同図(a)は印加電流の時間軸波形を示している。タイムスロットはTであり、送出すべきディジタル信号の“1”，“0”に対応したNRZ信号になっている。

2

この例では“1”に対して i_1 , i_2 となる波形を、“0”に対して i_3 となる波形を割り当てている。(b)は、(a)を印加時の半導体レーザの発振周波数を示している。印加電流が i_1 の時は光の周波数は f_1 , i_2 の時は f_2 となっている。従って、周波数変化は $\Delta f = f_1 - f_2$ となる。(c)は、この時の位相変化量を示している。ただし、周波数 f_2 の時の位相変化 $\Delta\phi$ をゼロとしている。従って、光周波数が Δf だけずれると、位相変化が生じている。直接位相変調波を得るためにには、位相変化がゼロ又は π である必要がある。なぜなら、この例では位相変調を2相(0と π)を前提にしているからである。この条件を満たすためには、

$$2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau = \pi$$

という条件が必要となる。また(c)から分るように、 τ 時間の間は位相が変化しているため、理想的には $\tau = 0$ であることが望ましい。こうすることによって位相が一定である時間が長くなるため、受信側の処理が容易になる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 直接位相変調方式は半導体レーザにパルス状の信号電流を印加して信号光の位相を π だけ変化させる方式であるが、ピットレートの増大に伴い立ち上がり立ち下がり時間の短い信号電流を発生させるのは困難であった。また、半導体レーザの変調帯域は一般に緩和振動周波数によって与えられるが、寄生容量によりこれより狭い変調帯域に制限されるため、直接位相変調を超高速で行うのは困難となる。

【0007】 本発明は、上記従来技術に鑑みなされたものであり、高速化に伴う電気回路に対する負担を軽減し、信号の立ち上がり立ち下がり時間の短い光直接位相変調方式を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため、本発明による光直接位相変調方式は、所要伝送速度の $1/n$ (n は2以上の整数) の速度でパルス幅の狭い光パルスを発する光源と、該光源からの光パルスを分岐するために該光源に結合するとともに前記光パルスの単位間隔の $1/n$ ずつ順次光路差を持たせた n 個の光路と、該 n 個の光路にそれぞれ挿入された n 個の光強度変調器と、前記 n 個の光路の各出力光パルスを合波した合波光パルスの注入により直接位相変調を受ける半導体レーザとを備えて、前記 n 個の光強度変調器に印加される変調入力に対する直接位相変調器パルス出力が前記半導体レーザから得られるように構成されている。

【0009】

【作用】 変調信号を、短パルスが得易い光段で発生させ、強度変調を行った後多重化を行うため、電気回路に対する負担が少ない高速変調信号が得られる。また、この光をLDに注入するため、電流を印加する方法で問題になる半導体レーザの寄生容量による帯域制限の影響を

3

受けることがないので、レーザがもつ広い変調特性を十分に生かすことができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して詳細に説明する。図2に本発明の実施例を示す。図2(a)の構成図に示すように、本発明では変調信号パルス光Dを半導体レーザ6に注入することによって位相変調を行う。マッハツエンダ干渉計2は分岐した光路10, 11を有すると共にこれら光路10, 11の前後には第1, 第2の結合回路9, 12が設けられている。光路10, 11にはそれぞれ強度変調器3, 4が挿入されている。光強度変調器3, 4には信号源15, 16よりそれぞれ電気信号が入力され、電気信号に従って通過するパルス光がオンオフ制御される。光路10, 11としては光ファイバ等の導波路が用いられる。光路11の入力ポート8には光源1からパルス光が入力されるようになっており、また、光路11の出力ポート14から光信号が光増幅器5に入力されるようになっている。光増幅器5で増幅された光は半導体レーザ6に注入され、周波数変調出力光を得る。光源1からの光パルスの発生速度を半導体レーザ6の出力のパルス信号速度の1/2とし、マッハツエンダ干渉計2の光路10, 11の光路差によって生じる遅延時間差を光源からの光パルスの単位間隔またはその単位間隔の奇数倍に相当する長さに設定することにより、強度変調信号光を光段で多重化することが可能である。99はピットレート周波数及び位相同期用のクロック源である。

【0011】次に、注入すべきパルス光の経路を追って図3を用いて図2の実施例の動作を説明する。光源1で発生した周期的等間隔短パルス列Aは、2つの光路10と11に分岐後、それぞれ信号源15, 16から出力された信号に従って光強度変調器3, 4で変調され、B, Cのようなパルス列となる。これらの変調パルス列は、多重化後Dに示すようなパルス列となる。ここでパルス1個当たりの注入光電力とパルス幅をπだけ位相が変化するように選ぶことにより、2値の位相変調光が得られる。図3中のA~Dは図2のA~Dの波形を示している。

4

【0012】また、上記実施例ではマッハツエンダ干渉計の各光路として光ファイバを用いていたが、これに限らず各種のマッハツエンダ干渉計を用いててもよい。また、出力ポート14から出力された光の強度が半導体レーザ6に注入するに十分な場合には、光増幅器5を省略してもよい。更に、本実施例では2多重を例示したが、一般にn多重にすることは容易に類推できる。即ち、第1の結合回路で光源1からの光パルス列をn個の光路にn分岐して光源1からの光パルス列の単位間隔の1/nずつ順次光路長を持たせておき、強度変調器をn個用いて、n分岐した光パルスのそれを変調し、第2の信号回路でn:1結合をすればよい。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光段で多重化した変調信号パルス光を半導体レーザに注入して直接位相変調を行うことにより、電気回路の帯域特性、半導体レーザの寄生容量等による帯域制限の影響の少ない立ち上がり立ち下がり時間の短い高速直接位相変調を行うことができ、半導体ダイオード自体の帯域限界まで活用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】直接位相変調の原理を説明したタイムチャートである。

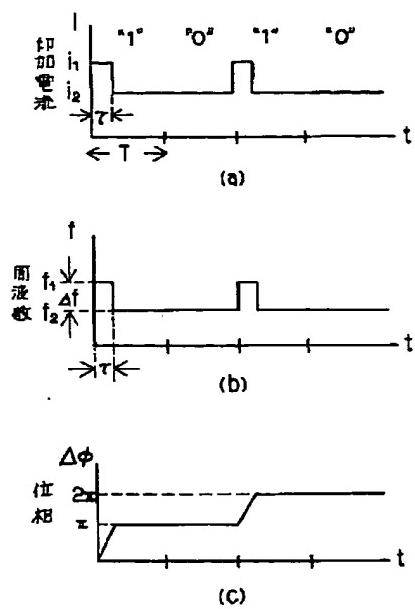
【図2】本発明の実施例を示す構成図である。

【図3】図2の実施例の動作を説明するためのタイムチャートである。

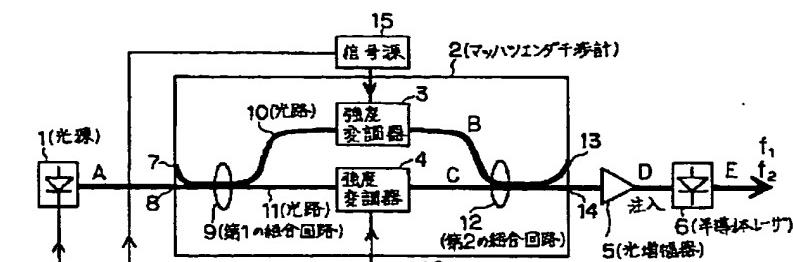
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 マッハツエンダ干渉計
- 3, 4 光強度変調器
- 5 光増幅器
- 6 半導体レーザ
- 7, 8 入力ポート
- 9, 12 第1, 第2の結合回路
- 10, 11 光路
- 13, 14 出力ポート
- 15, 16 信号源
- 99 クロック源

【図1】



【図2】



【図3】

